



Modification of Digital Back And Leg Dynamometer Equipped With Arduino Based Leg Muscle Strength Classification Parameters

Kusnadi

Program Studi D3 Teknik Elektromedik, Politeknik Unggulan Kalimantan
Banjarmasin, Indonesia

Hikmah Maya Sari

Program Studi D3 Teknik Elektromedik, Politeknik Unggulan Kalimantan
Banjarmasin, Indonesia

Aldinor Setiawan

Program Studi D3 Teknik Elektromedik, Politeknik Unggulan Kalimantan
Banjarmasin, Indonesia

Muhammad Akbar Hariyono*

Program Studi D3 Teknik Elektromedik, Politeknik Unggulan Kalimantan
Banjarmasin, Indonesia

Keywords:

Back And Leg
Dynamometer

Leg Muscles

Back Muscles

Arduino Nano

ABSTRACT

Back And Leg Dynamometer is a tool used to measure the components of back muscle strength, leg muscles of athletes, patients and workers to evaluate the physical status of performance and task demands. Because it will be beneficial for physical development. The method used in this study is Research and Development (RnD), by developing from previous research. The development carried out is in the addition of measurements for the leg and back muscle modes with a classification system that is carried out automatically with the aim of facilitating the user in measuring the strength of the leg muscles and back muscles. The results of product testing from data in the field can be summarized as follows. Comparison results of the Digital Back and Leg Dynamometer designed with the Analog Back and Leg Dynamometer have a measurement error value of 3%. The voltage generated by the battery is 10.59 Vdc with an error value of 1.59 Vdc and an error accuracy of 0.17%. On Arduino Nano measurements the resulting voltage is 4.75 Vdc with an error value of 0.24 Vdc and an accuracy of errors 4.98%.

*corresponding author: akbar.hariyono@polanka.ac.id

PENDAHULUAN

Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan sekelompok otot seseorang untuk menahan atau menerima beban kerja. Kekuatan otot adalah penegangan maksimal yang dihasilkan oleh sekelompok otot. Secara fisiologis, kekuatan otot adalah kemampuan sekelompok otot untuk

melakukan satu kali penegangan secara maksimal melawan tahan atau beban. Secara mekanis, kekuatan otot didefinisikan sebagai kerja maksimal (*maximal force*) yang dihasilkan sekelompok otot (Adhi and Soenyoto, 2017).

Otot punggung adalah sekumpulan otot yang berfungsi sebagai penggerak batang badan, yang mana sangat penting artinya untuk sikap dan gerak-gerik tulang belakang. Otot punggung sejati merupakan dua buah jurai yang amat rumit susunannya, otot punggung terletak di sebelah belakang kanan kiri tulang belakang, mengisi antara taju duri dan taju lintang. Pada otot-otot batang badan, salah satu yang utama adalah otot punggung, karena otot-otot tersebut berfungsi sebagai penegak batang badan yang sangat penting untuk sikap dan gerak-gerik tulang belakang dan penggerak tulang punggung (Fahrizqi, Gumantan and Yuliandra, 2021).

Otot tungkai adalah otot yang memiliki fungsi sebagai penopang gerak tubuh manusia bagian atas. Sebab itu otot tungkai dianggap sebagai penentu gerakan dalam berlari, melompat, berjalan, menendang, meloncat, melempar dan lainnya. Sementara itu, tungkai adalah anggota tubuh bagian bawah (lower body). Tungkai tersusun atas paha atau tungkai bagian atas, tulang kering, tulang tempurung lutut, tulang betis, tulang pangkal kaki, tulang tapak dan jari kaki (Mardiana, 2023). Kekuatan otot adalah tenaga yang dikeluarkan otot atau sekelompok otot untuk berkontraksi pada saat menahan beban maksimal (Handayani and Sari, 2023).

Back And Leg Dynamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur komponen kekuatan otot punggung, otot tungkai dari atlet, pasien, dan pekerja untuk mengevaluasi status fisik kinerja dan tuntutan tugas. Kekuatan otot ini juga termasuk dalam komponen kesegaran jasmani, maka sangatlah perlu untuk kekuatan otot ini tetap selalu dilatih untuk ditingkatkan kekuatannya. Karena akan bermanfaat bagi pengembangan fisik (Wahyuni and Adiatmika, 2020). Back and leg dynamometer merupakan media yang digunakan untuk mengukur kekuatan optimal otot punggung serta otot tungkai, otot punggung serta otot tungkai adalah 2 hal yang jadi salah satu penopang utama badan (Haiqal and Wiriawan, 2022).

Prinsip pengungkit digunakan untuk melakukan lebih banyak pekerjaan dengan lebih sedikit tenaga untuk mengangkat atau memindahkan benda (Arifi, Lesmono and Handayani, 2021). Gaya yang diterapkan pada tuas atau melalui kabel diukur dan kemudian diubah menjadi momen gaya dengan mengalikannya dengan jarak tegak lurus dari gaya ke sumbu level. Alat yang akan dirancang memiliki fungsi untuk mempermudah user untuk mengukur kekuatan otot pasien. Pada umumnya alat back and leg dynamometer diukur secara manual/analog, khususnya alat yang berada di Politeknik Unggulan Kalimantan masih berbentuk analog dan masih melakukan perhitungan secara manual, sedangkan alat yang akan dimodifikasi melakukan pengukuran secara digital dan pengklasifikasian secara otomatis menurut standar norma penilaian dan akan ditampilkan melalui LCD.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (research and development). Metode penelitian dan pengembangan (research and development) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya (Hariyono, Erlita and Wibowo, 2023). Prinsip *Back And Leg Dynamometer* sendiri adalah peralatan terapi fisioterapi yang berfungsi untuk mengukur kemampuan otot tungkai pada pasien. Dengan mengetahui kekuatan otot dari pasien maka user dapat mengklasifikasikan kekuatan otot pasien apakah kuat atau lemah. Alat ini banyak digunakan untuk tujuan analisa kekuatan otot dari atlet (Pratama and Jatmiko, 2019).

Kerangka konsep penelitian (Figure 1) mengacu pada alat *Back And Leg Dynamometer* yang digunakan merupakan alat yang berada pada Prodi Fisioterapi Politeknik Unggulan Kalimantan, Dimana alat tersebut merupakan jenis analog dan masih kurang efisien dalam pengukuran. Jadi, untuk dapat membantu mahasiswa dalam proses pengklasifikasian, maka dilakukan pengembangan alat *back and leg dynamometer digital* dengan menambahkan parameter pengklasifikasian berbasis arduino nano, dan akan ditampilkan melalui *Liquid Crystal Display* (LCD).

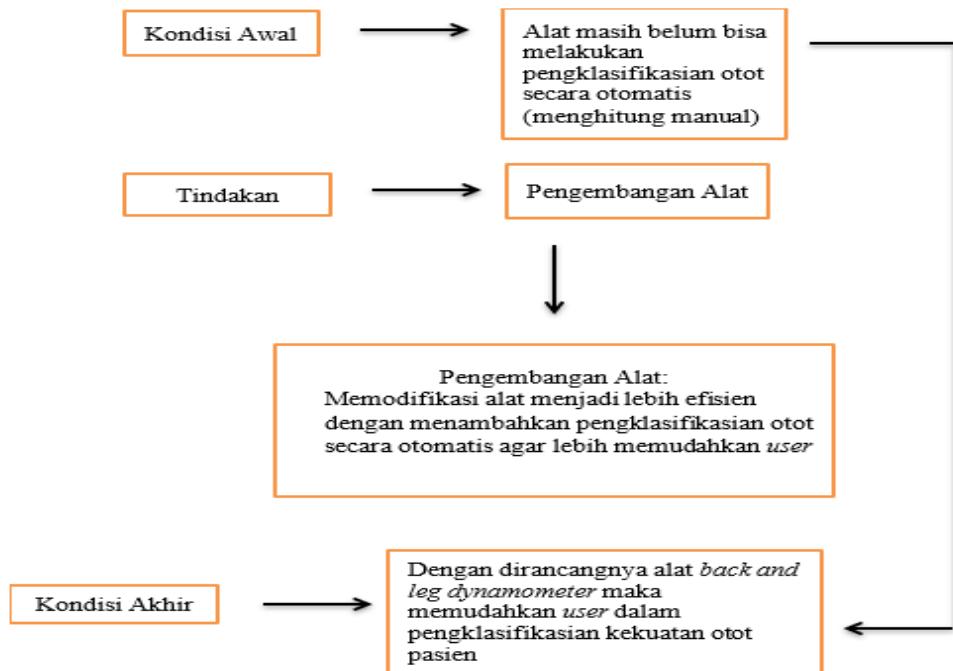


Figure 1. Kerangka Konsep Penelitian

Prinsip kerja alat Modifikasi Back And Leg Dynamometer Berbasis Arduino dirancang berdasarkan blok diagram (Figure 2) dan flowchart (Figure 3). Prinsip kerja alat dimulai dengan menyalakan alat dengan tombol *switch on*, selanjutnya lakukan *setting mode* dan *setting gender* dengan menyesuaikan pasien yang akan diukur, lalu mengarahkan pasien untuk bisa melakukan pengukuran dengan baik. Ketika proses pengukuran maka *buzzer* akan menyala selama 5 detik dan ketika *buzzer* telah berhenti berbunyi maka pengukuran telah selesai. Pada saat Sensor *Load Cell* menerima hasilnya arduino juga memproses hasil tersebut untuk diklasifikasikan yang kemudian akan ditampilkan oleh *Liquid Crystal Display* (LCD). Mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Nano dan jenis *Liquid Crystal Display* (LCD) character 20x4.

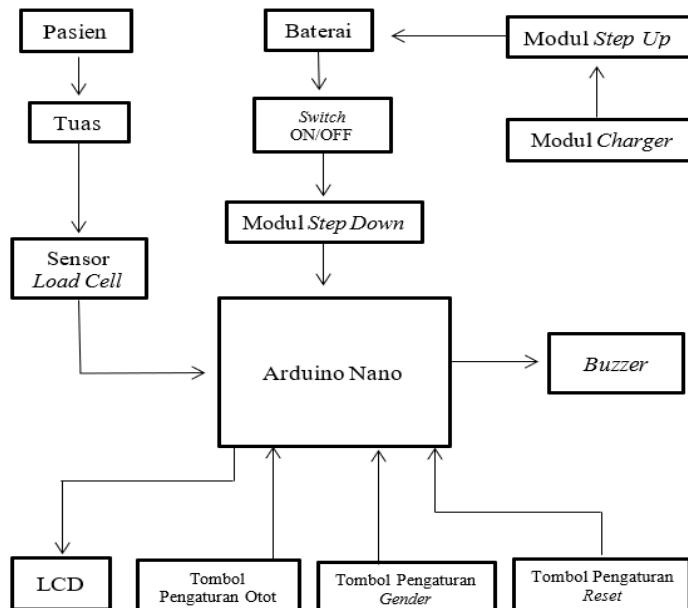


Figure 2. Blok Diagram *Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino*

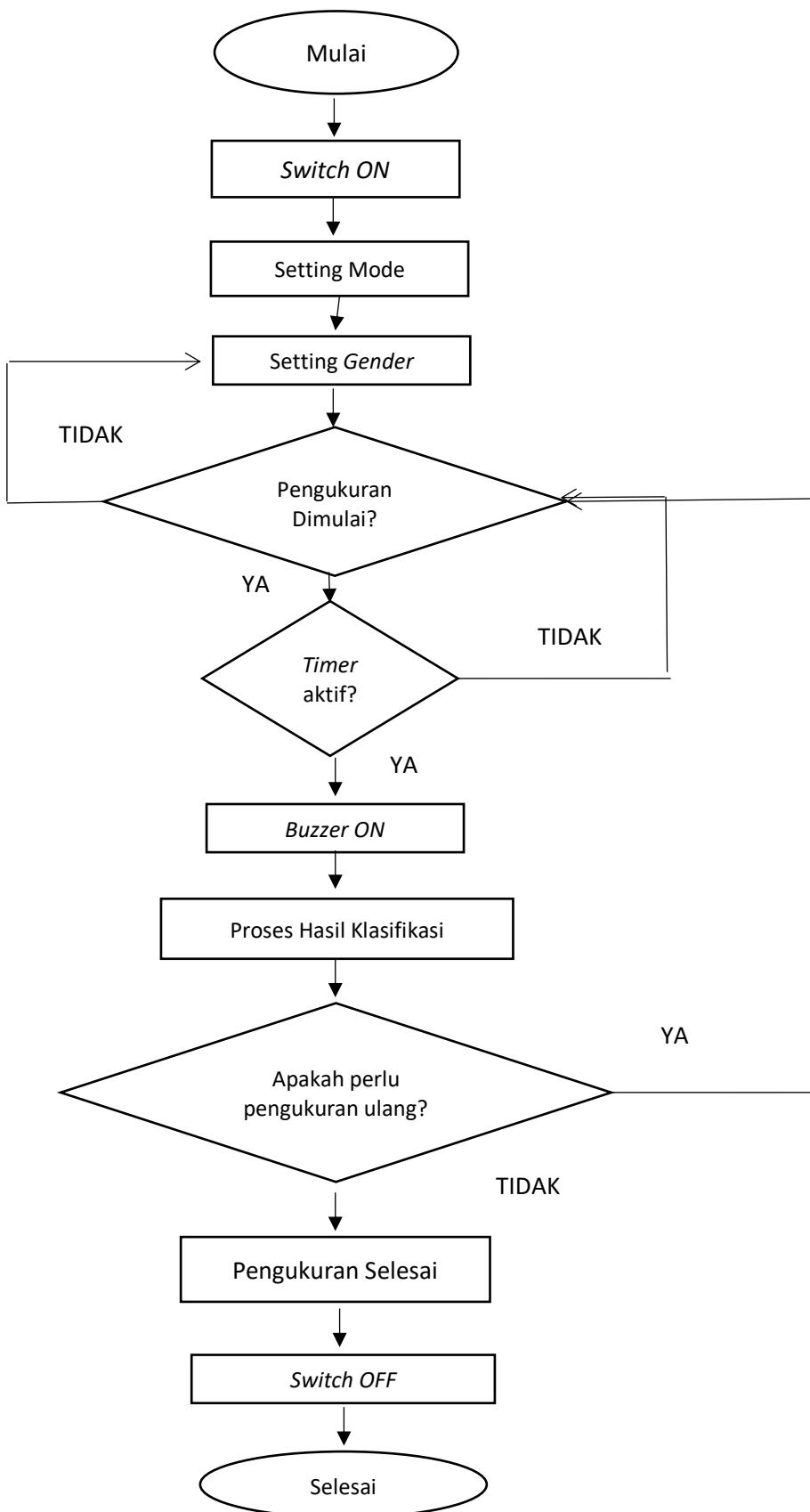


Figure 3. **Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino**

Desain Alat

Desain alat (Figure 4) adalah suatu perencanaan maupun perancangan dari sisi hardware yang dilakukan sebelum pembuatan suatu objek, sistem, komponen, ataupun struktur dari prototipe alat Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino.

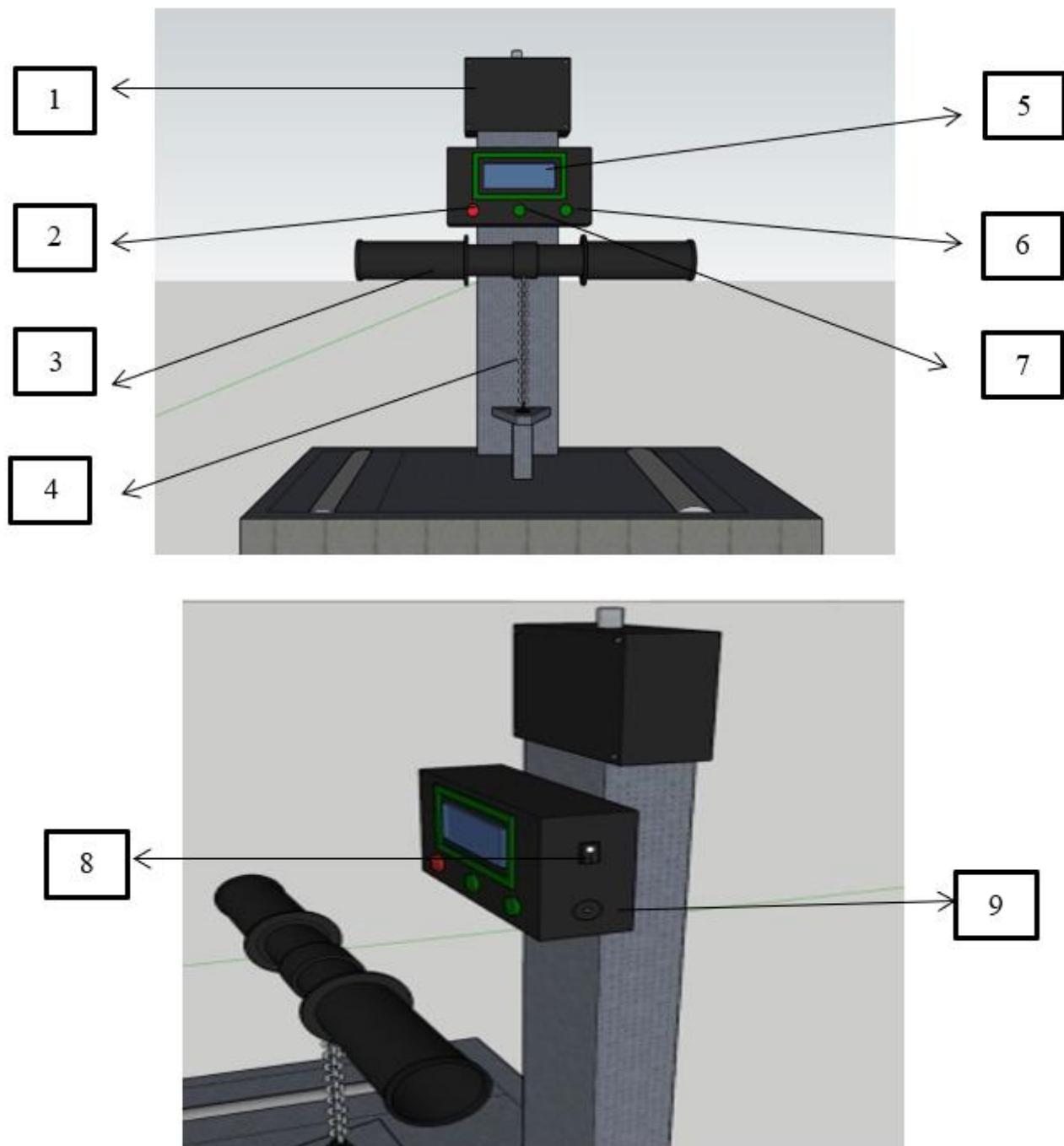


Figure 4. Desain Prototype Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino

Penjelasan perancangan desain alat (Figure 4) sebagai berikut :

1. Sensor *Loadcell*, berfungsi sebagai sensor yang menangkap daya tarik dari pasien.
2. Tombol Reset, berfungsi untuk mereset pengklasifikasian alat.
3. Tuas, berfungsi sebagai pegangan yang digunakan user.
4. Rantai, berfungsi sebagai penghubung antara tuas dan alat.
5. LCD, sebagai penampil hasil pengukuran dan pengklasifikasian.

6. Tombol *Selector*, sebagai untuk memilih otot dan gender yang diinginkan.
7. Tombol *Enter*, sebagai tombol untuk memberikan perintah kepada alat, dengan perintah yang sudah di *setting*.
8. Tombol ON/OFF, berfungsi untuk menyalakan/mematiakan alat.
9. Modul *Charger*, tempat untuk mengisi daya baterai alat.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah angket, angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Angket digunakan untuk mengukur kualitas media yang dikembangkan (Ponza, Jampel and Sudarma, 2018). Angket yang digunakan oleh peneliti adalah angket validasi ahli yang terdiri dari angket validasi ahli media, angket validasi ahli materi, serta uji coba alat menggunakan alat ukur yang ditunjukkan pada Tabel 1. Ahli media yang dimaksud adalah dosen yang berkompeten dalam perakitan alat tersebut. Peran ahli media adalah menilai kelayakan media yang dikembangkan. Validasi yang dilakukan menggunakan angket ahli media atau user yang akan meggunakannya. Ahli materi yang dimaksud adalah pakar yang berkompeten dalam menguji materi dari media yang dikembangkan. Perannya menilai dan mengukur kelayakan materi yang disajikan sesuai dengan sasaran media atau user yang akan meggunakannya (Erlita, Wibowo and Hariyono, 2023)

Validasi dari prototipe alat Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino dilakukan dengan menggunakan dua angket dimana jumlah masing-masing angket sebanyak lima pernyataan yang ditujukan kepada lima validator ahli media dan lima orang ahli materi. Nilai untuk tiap pilihan jawaban menggunakan skala guttman yaitu :

- Tidak Setuju = 0
- Setuju = 1

Tabel 1. Instrumen Pengumpulan Data

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur
Arduino	Arduino merupakan salah satu perangkat yang berperan sebagai kontroler dalam suatu rangkaian.	Multimeter	Arduino dapat berfungsi dengan baik dalam menangkap dan memproses data yang diterima hingga menghasilkan <i>output</i> yang sesuai.
LCD	LCD berfungsi untuk menampilkan data baik berupa karakter, huruf, angka, maupun grafik.	Multimeter	LCD dapat berfungsi dengan baik dalam menampilkan suhu.
Buzzer	Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.	Multimeter	Buzzer dapat berfungsi dengan baik dalam mengeluarkan suara sebagai penanda.
Baterai	Baterai adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu – lampu dan komponen kelistrikan lainnya.	Multimeter	Baterai dapat berfungsi dengan baik dalam memberikan sumber kepada komponen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran *back and leg dynamometer analog* dilakukan sebagai tahap kalibrasi (Figure 5), agar memastikan hasil pengukuran dari alat yang dirancang sudah sama dengan alat *back and leg dynamometer analog* yang berada di Politeknik Unggulan Kalimantan. Hasil Perbandingan Back And Leg Dynamometer Digital dan Analog ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Back And Leg Dynamometer Digital dan Analog

No.	<i>Back and Leg Dynamometer Digital</i>	<i>Back And Leg Dynamometer Analog</i>	Selisih
1.	40 Kilogram	43 Kilogram	3 Kg
2.	42 Kilogram	40 Kilogram	2 Kg
3.	41 Kilogram	45 Kilogram	4 Kg
	Total Selisih (%)		3 %



Figure 5. Uji Perbandingan Back And Leg Dynamometer Digital dan Analog

Pengukuran pada Arduino Nano yang ditunjukkan pada Tabel 3 dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh Arduino Nano. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan program pada Arduino Nano dengan perintah memberikan sinyal keluaran menggunakan multimeter dengan mengarahkan kabel positif ke multimeter dengan pin Vin Arduino Nano, dan kabel negatif multimeter ke pin Gnd Arduino Nano. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Fluke 17B+ Digital Multimeter.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan Pada Arduino Nano

No.	Pengujian Ke-	Tegangan Yang Diharapkan(Volt)	Tegangan Yang Terukur (Volt)	Error	Error(%)
1.	1	5V	4,75V	0,25	5
2.	2	5V	4,75V	0,25	5
3.	3	5V	4,75V	0,25	5
4.	4	5V	4,74V	0,26	5,2
5.	5	5V	4,74V	0,26	5,2
6.	6	5V	4,76V	0,24	4,8
7.	7	5V	4,76V	0,24	4,8
8.	8	5V	4,75V	0,25	5
9.	9	5V	4,75V	0,25	5
10.	10	5V	4,76V	0,24	4,8
1.	Rata-rata pengukuran tegangan			4,75 V _{DC}	
2.	Error			0,24 V _{DC}	
3.	Akurasi/Error(%)			4,98 %	

Pengukuran pada Baterai dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran yang dihasilkan oleh baterai. Pengujian dilakukan menggunakan multimeter dengan mengarahkan kabel positif multimeter ke positif baterai, dan kabel negatif multimeter ke negatif baterai. Hasil pengukuran baterai dengan menggunakan Fluke 17B+ Digital Multimeter dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil pengukuran tegangan Baterai didapatkan rata-rata pengukuran tegangan yang keluar adalah 10,59 VDC. Nilai Error pengukuran adalah 1,59 VDC dengan akurasi Error 0,17%.

Tabel 4. Pengukuran Tegangan Pada Baterai

No.	Pengujian Ke-	Spesifikasi	Tegangan Yang Terukur(Volt)	Error	Error(%)
1.	1	9V	10,59 V	1,59	0,17 %
2.	2	9V	10,56V	1,56	0,17 %
3.	3	9V	10,60 V	1,60	0,17 %
4.	4	9V	10,61V	1,61	0,17 %
5.	5	9V	10,60V	1,60	0,17 %
6.	6	9V	10,59 V	1,59	0,17%
7.	7	9V	10,60V	1,60	0,17%
8.	8	9V	10,58V	1,58	0,17%
9.	9	9V	10,59V	1,59	0,17%
10.	10	9V	10,60 V	1,60	0,17%
<hr/>					
1. Rata-rata pengukuran tegangan					10,59 V _{DC}
2. Error					1,59 V _{DC}
3. Akurasi/Error(%)					0,17 %

Hasil dari validasi dari prototipe alat Modifikasi Back And Leg Dynamometer Digital Berbasis Arduino menggunakan dua angket dengan masing-masing angket sebanyak lima pernyataan yang ditujukan kepada tiga validator ahli media dan lima orang ahli materi. Berdasarkan hasil validasi ahli media (*Figure 6*) didapatkan hasil 88 % yang apabila dilihat pada Tabel 5 tentang kategori kelayakan mendapatkan hasil “Sangat Baik”. Sementara itu hasil validasi ahli materi (*Figure 7*) didapatkan hasil 88% dengan kategori kelayakan yaitu “Sangat Baik”.

Tabel 5. Konversi Persentase Kelayakan (Hariyono, Erlita and Wibowo, 2023)

No.	Skor Dalam Persen (%)	Kategori Kelayakan
1.	75% - 100%	Sangat Baik
2.	50% - 74.99%	Baik
3.	25% - 49.99%	Buruk
4.	0% - 24.99%	Sangat Buruk

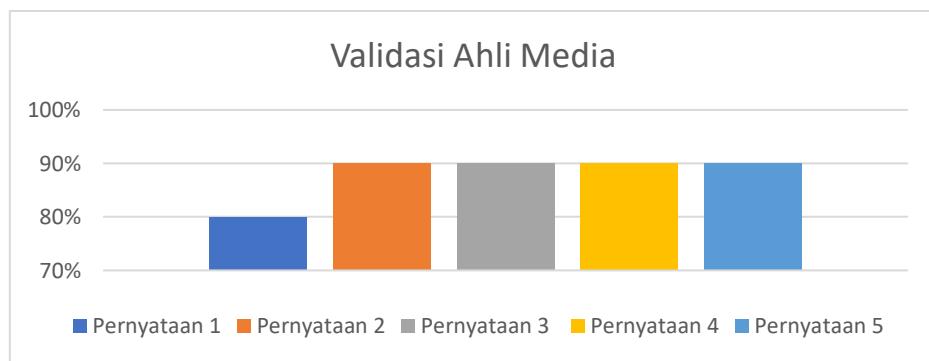


Figure 4. Validasi Ahli Media

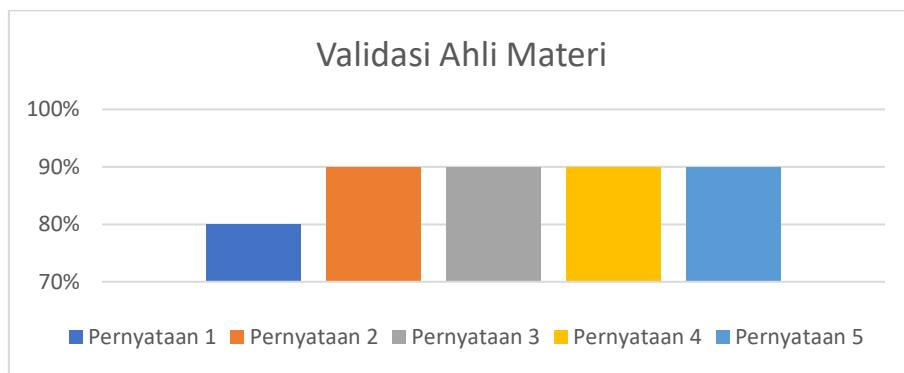


Figure 5. Validasi Ahli Materi

KESIMPULAN

Pengembangan yang dilakukan pada alat ini adalah dengan menambahkan pengukuran untuk mode otot tungkai dan otot punggung dan pengklasifikasian secara otomatis. Prinsip kerja dari alat back and leg dynamometer digital adalah dengan menarik tuas yang ada pada alat, alat akan menampilkan hasil pengukuran dari pasien dengan satuan yang bisa ditentukan. Dengan menambahkan pengklasifikasian otomatis pada alat, user akan lebih mudah dan efisien dalam menentukan pengklasifikasian kekuatan otot. Pembuatan alat menggunakan bahan dasar besi untuk rangka alat dan untuk daya listrik menggunakan rangkaian DC dari baterai untuk menghidupkan alat back and leg dynamometer dan juga rangkaian DC baterai 7V untuk memberikan daya kepada arduino nano selaku mikrokontroller dan LCD 20x4 untuk menampilkan hasil pengukuran dan hasil pengklasifikasian. Hasil pengujian produk untuk nilai tegangan yang dihasilkan baterai sebesar 7,1 Vdc dengan nilai Error sebesar 1,59 Vdc dan akurasi Error 0,17%, Pada pengukuran arduino nano tegangan yang dihasilkan sebesar 4,75Vdc dengan nilai Error sebesar 0,24Vdc dan akurasi Error 4,98%. Uji kelayakan alat menggunakan uji fungsi produk berupa validasi uji fungsi komponen dan menggunakan alat yang divalidasi oleh hasil angket ahli media dan ahli materi dengan hasil dari ahli materi yang didapat 88% dan ahli media mendapatkan nilai validasi sebesar 88% yang artinya alat ini sangat baik untuk masuk dalam tahap produksi.

REFERENSI

Adhi, B.P. and Soenyoto, T. (2017) 'Pengaruh Metode Latihan dan Kekuatan Otot Tungkai terhadap Power Otot Tungkai'.

Arifi, M.F., Lesmono, A.D. and Handayani, R.D. (2021) 'Analisis Konsep Fisika Pada Penggunaan Alat Pertanian Cangkul Oleh Petani Sebagai Bahan Pembelajaran Fisika', *JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA*, 10(3), p. 121. Available at: <https://doi.org/10.19184/jpf.v10i3.25563>.

Erlita, U.A., Wibowo, B.S. and Hariyono, M.A. (2023) 'Shoulder Wheel Therapy Tool Prototype Equipped With Arduino Based Therapy Time And Angle Monitor', *Health Media*, 4(2).

Fahrizqi, E.B., Gumantan, A. and Yuliandra, R. (2021) 'Pengaruh latihan sirkuit terhadap kekuatan tubuh bagian atas unit kegiatan mahasiswa olahraga panahan', *Multilateral : Jurnal Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 20(1), p. 43. Available at: <https://doi.org/10.20527/multilateral.v20i1.9207>.

Haiqal, M.F. and Wiriawan, O. (2022) 'Analisis Kondisi Fisik Cabang Olahraga Pencak Silat Kategori Tanding Putra KONI Kabupaten Sidoarjo', *Jurnal Prestasi Olahraga*, 5(4).

Handayani, W. and Sari, M. (2023) 'Kontribusi Kekuatan Otot Lengan Dan Koordinasi Mata Tangan Terhadap Kemampuan Servis Bawah Bolavoli Siswa Kelas VIII SMP Negeri 2 Langgam', *Jurnal Olahraga Indragiri*, 6(2), pp. 29–43. Available at: <https://doi.org/10.61672/joi.v6i2.2573>.

Hariyono, M.A., Erlita, U.A. and Wibowo, B.S. (2023) 'Prototype Baby Incubator With Monitoring System Water Based Internet of Things (IoT)', *Health Media*, 4(2).

Ponza, P.J.R., Jampel, I.N. and Sudarma, I.K. (2018) 'Pengembangan Media Video Animasi Pada Pembelajaran Siswa Kelas IV Di Sekolah Dasar', 6.

Pratama, M.I.A. and Jatmiko, T. (2019) 'Pengaruh Latihan Barbell Back Squat Terhadap Peningkatan Kekuatan Otot Tungkai Atlet Angkat Besi Bojonegoro', *Jurnal Prestasi Olahraga*, 2(3).

Wahyuni, N. and Adiatmika, I.P.G. (2020) 'Gambaran hasil pemeriksaan kekuatan otot mahasiswa program studi sarjana kedokteran dan pendidikan dokter fakultas kedokteran dan mahasiswa program studi farmasi fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas udayana tahun 2019', *Medicina*, 51(2). Available at: <https://doi.org/10.15562/medicina.v51i2.957>.